

## 64-67 从铅同位素组成特征看熊耳山区 P618.510.5

## 两类金银矿床成矿物质来源的同一性

崔 毫

(河南有色矿产地质研究所)

豫西熊耳山区是河南省重要的金矿产区之一,近几年来又找到了具有一定远景的银铅矿床,从而拓宽了该区的找矿前景。该区金银矿床大多数产于古老的绿岩建造内,其具体产出型式较为复杂,但矿点数量较多且经济意义较大的主要有两种基本类型:蚀变构造岩型和爆破角砾岩型。本文通过对这两类金银矿床铅同位素组成特征的对比,认为这两类矿床的成矿物质来源具有同一性,可能来自相同的源区。认识可能偏颇,仅供参考。

## 一、区域地质背景和金银矿床类型

熊耳山区在大地构造上处于华北地台南缘华熊上元坳褶断带范围内,三级构造单元称为熊耳山台穹(河南省地科所,1978)。该台穹的北西、南东两侧分别由洛宁山前断裂和田湖断裂带构成洛河和伊河两个北东向延长的新生代断陷盆地;台穹的北侧和南侧分别以三门峡——鲁山深断裂带和马超营深断裂带为界。因而,熊耳山台穹实际上是四周都由断层为界的块状隆起区。地台的古老结晶基底,构成了台穹的主体,由变质达角闪岩相的角闪斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩等各种片麻岩组成,并普遍发生程度不同的混合岩化。胡受奚、林潜龙等(1988)把构成结晶基底的地层分为两大部分:下部称为草沟群,时代属晚太古代;上部称为太华群,时代属早元古代。他们指出,草沟群和太华群下部属两期绿岩建造,源岩主要为超基性——基性——酸性火山岩夹沉积岩。在结晶基底之上,不整合复盖着中元古代熊耳群火山岩系,属喷发在陆壳基底上的大陆边缘火山建造。在台穹的北部,熊耳群火山岩系已遭剥蚀,从而使结晶基底裸露地表。本文所讨论的金银矿床主要赋存在上述绿岩建造内,一部分随断裂破碎带上延进入熊耳群火山岩内。

华北地台南缘燕山期酸性岩浆活动频繁而强烈,构成了地台南缘的构造——岩浆带。处于熊耳山台穹东部,包络在绿岩建造内的花山花岗岩基和其外围的花岗斑岩类小岩体及爆破角砾岩岩体为该构造——岩浆带的组成部分。在熊耳山台穹西部(洛宁县南部),地表仅有小型花岗斑岩体(如高坪沟岩体)出露,但据地、物、化、矿点资料判断,深部隐伏有大型酸性岩体,也是这一构造岩浆带的组成部分。

熊耳山台穹的金银矿床在时空分布上与上述两个花岗岩体群有着密切的关系。在东部,以花山花岗岩体为核心的岩体群剥蚀深度大,金银矿床赋存在其外围的绿岩建造内,并受构造蚀变岩带和爆破角砾岩体的控制。在西部,大型酸性岩体隐伏于地下深处,尚未遭受剥蚀,

金银矿床分布在岩体顶盖的绿岩建造内, 也受构造蚀变岩带的控制, 并与已出露地表的花岗斑岩岩体有一定成因关系。我们看到无论东部或西部, 金银矿床的主要类型都是爆破角砾岩型和构造蚀变岩型两种, 所不同的是, 东部矿床以金为主, 银仅为伴生组分; 而西部矿床以银铅为主, 仅在局部地段有金的集中富集。除构造蚀变岩型和爆破角砾岩型矿床外, 在熊耳山台穹的绿岩建造内还有产状基本上与围岩片麻理一致的“层间脉”型金矿, 其储量规模一般较小, 本文暂不涉及。

## 二、铅同位素组成特征

我们选择了6个具代表性的矿床(点)进行讨论。其中有4个属构造蚀变岩型银铅矿床(点), 即铁炉坪、蒿坪沟、程家沟、回春沟, 均分布于熊耳山台穹西部。有1个属构造蚀变岩型金矿, 即上官矿床。有1个属爆破角砾岩型金铜矿床, 即祁雨沟矿床。后两者分布于熊耳山台穹的东部。这6个矿床的矿石铅同位素组成的变化区间及按单阶段模式(Doe)计算的模式年龄、 $^{238}\text{U} / ^{204}\text{Pb}$  ( $\mu$ 值)、 $^{232}\text{Th} / ^{238}\text{U}$  (K值)列表于1。矿石铅同位素组成数据点投影于B.R. Doe和R.E. Zartman (1979)的铅构造模式图上(图1)。为

表1 矿石铅同位素组成特征表

矿床	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$		$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$		单阶段模式年龄 (Ma) (Doe)		$^{238}\text{U}$	$^{232}\text{Th}$	$^{232}\text{Th}$
	区间	均值	区间	均值	区间	均值	区间	均值	$^{204}\text{Pb}$	$^{204}\text{Pb}$	$^{238}\text{U}$
									(u)	(w)	(K)
1. 祁雨沟	17.080   17.577	17.314	15.257   15.659	15.470	37.145   38.270	37.680	727—868	796	9.35	3.46	4.11
2. 蒿坪沟	17.2927   17.979	17.586	15.387   15.738	15.500	37.984   38.741	38.331	445—738	637	9.36	39.91	4.26
3. 铁炉坪	17.444   17.8243	17.670	15.386   15.5463	15.460	37.711   38.2735	38.025	487—588	528	9.27	37.62	4.06
4. 程家沟	17.5974   17.6549	17.633	15.4395   15.4521	15.446	38.0148   38.0833	38.045	523—575	541	9.25	37.83	4.09
5. 回春沟	17.337   17.4287	17.391	15.4234   15.4477	15.436	37.7127   37.8065	37.755	678—729	705	9.27	37.94	4.09
6. 上官及 外围	17.053   17.273	17.140	15.344   15.508	15.411	37.417   27.949	37.636	771—926	856	9.26	38.78	4.19

(祁雨沟部分资料据唐荣扬等, 上官资料据黎世美)

了对比矿石铅和花岗岩、花岗斑岩长石铅同位素组成的异同, 图1上还标出了该区主要花岗岩体(花山)花岗斑岩体(蒿坪沟、祁雨沟)长石铅同位素的投影位置。

表1和图1显示了熊耳山区两类金银矿床矿石铅和花岗岩、花岗斑岩长石铅同位素组成的基本特征:

①无论是单个矿床还是全区矿石铅同位素组成的变化范围都不大, 全区矿石铅同位素变化范围是:  $^{206}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$  为17.053—17.979;  $^{207}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$  为15.257—15.738,  $^{208}\text{Pb}$

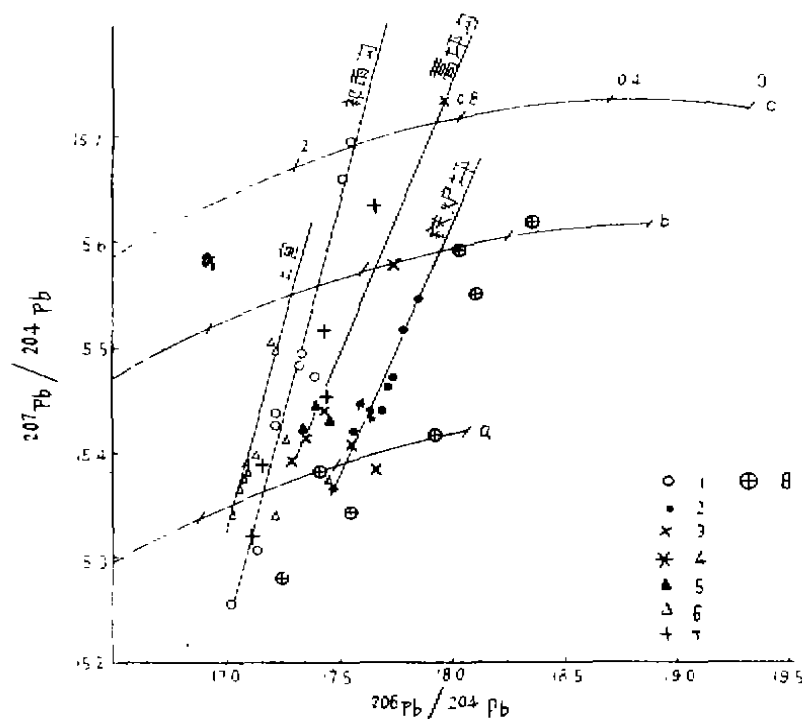


图1、熊耳山区金、银矿床矿石铅和花岗岩长石铅同位素组成模式图(图式据B. R. Doe 和R. E. Zartman)

图中a 为地幔铅平均演化曲线; b 为造山带铅平均演化曲线; c 为上地壳铅平均演化曲线。

- 1 祁雨沟金矿床(部分数据据唐荣扬等1989);
- 2 铁炉坪银铅矿床; 3 蒿坪沟银铅金矿床;
- 4 程家沟银铅矿点; 5 回春沟银铅矿点;
- 6 上宫金矿床(据黎世美资料);
- 7 花山花岗岩长石铅(部分数据据黎世美);
- 8 花岗斑岩长石铅(部分数据据唐荣扬等)。

排列,显示了它们的非随机性,而且拟合的趋势线的斜率都很大,与单阶段增长曲线没有下交点。

### 三、铅同位素组成的地质成矿意义讨论

众所周知,铅同位素的演化是由铀、钍的放射性衰变引起的,而不同源区的铀、钍丰度存在着差异,由其衰变而产生的铅同位素型式就有所不同。B. R. Doe 和R. E. Zartman (1979)提出的“显生宙的铅结构”模式为利用铅同位素组成特征判断源区的环境奠定了基础。他们提出了三种环境:地幔、上地壳、下地壳。地幔的 $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$  ( $\mu$ 值)和 $^{232}\text{Th}/^{204}\text{Pb}$  ( $\omega$ )低,铅同位素演化缓慢,因而 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值低。地壳存在着铀钍铅的补偿分配,在大陆地壳下部(常由辉石麻粒岩或其它高度变质岩组成)铀优先带出,而发生亏损,因而铀丰度和 $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ 比值低;大陆地壳上部 $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ 比值增高,铅同位素加速演化。而造山带中的铅同位素演化取决于卷入其中的上地幔、上地壳和下地壳物质的数

$^{204}\text{Pb}$ 为37.145—38.741,表现了矿石铅同位素组成的一致性。但就不同矿床而言,矿石铅同位素组成仍有一些差异,在铅构造模式上铁炉坪和蒿坪沟矿床的矿石铅组成更为接近,且位于上宫和祁雨沟矿床的右侧。

②花岗岩和花岗斑岩长石铅同位素组成变化范围也不大,且矿石铅与长石铅同位素组成具有明显的相似性。

③无论是矿石铅还是长石铅大都具有含放射成因铅低的特征。

④所有样品按单阶段增长模式计算的模式年龄均比围岩年龄小,而比按地质证据推断的成矿、成岩时代(燕山期)老,具有很大的时间差。

⑤各矿床矿石铅和花山花岗岩长石铅同位素数据点在图1上大都呈线性

量。由此可见铅同位素组成型式是其源区演化的示踪剂。

以Doe 和Zartman的铅结构理论分析熊耳山区金银矿床物质来源问题, 得出以下几点看法。

①熊耳山区的爆破角砾岩型和蚀变构造岩型金银矿床, 无论其矿石建造如何, 它们的铅同位素组成特征都十分接近, 这种一致性特征表明, 它们具有来源上的同一性。

②这种不同类型的金银矿床的铅同位素的组成型式普遍以含放射成因铅低为特征。在铅结构模式图上, 矿石铅同位素数据点绝大多数投影到铀铅图解上的造山带铅平均演化曲线以下, 而在钍铅图解上, 数据点则投影到造山带铅平均演化曲线以上, 说明铅主要来自铀亏损的下部地壳, 而不是直接来自上地幔。

③矿石铅数据点在图解上呈明显的线性排列, 表现出混合铅特征, 说明铅的来源并不单一, 除主要来自下地壳外, 还有上地壳铅的混入。

④按单阶段模式计算的矿石铅和火成岩长石铅模式年龄比按地质证据推断的成矿、成岩年龄老, 正说明成矿、成岩的原始物质来自铀亏损的下部地壳。由于具有混合铅特征, 因而其单阶段模式年龄并无直接地质意义, 不能当作成矿、成岩年龄使用。

⑤矿石铅和燕山期花岗岩长石铅同位素组成十分相似, 暗示两者来自同一源区, 表明金银成矿作用与燕山期酸性岩浆活动有着密切的成因关系。

以矿石铅和长石铅组成型式为基础, 重塑铅同位素演化过程可能是这样的: 在晚太古代——早元古代, 大规模的基性——中基性——中酸性火山活动形成绿岩带, 地幔铅进入其中。早期地壳形成以后, 在上、下地壳之间发生了铀钍铅的补偿分配, 使下部地壳发生铀亏损, 铅演化为下部地壳铅, 在后来的地质作用中, 尤其是在燕山期, 地壳深处岩石发生重熔作用, 产生酸性岩浆, 这种酸性岩浆继承了下地壳铅的低放射成因特征, 并在其向上侵入过程中吸取了部分地壳上部的地壳铅, 从而形成以下地壳铅为主并混染有上部地壳铅的混合铅。由该岩浆分泌的含矿热液上升至地壳浅部, 在构造破碎带或爆破角砾岩带内通过交代、充填作用而形成金银矿床。